

UME－243		資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） 第 57 回材料と環境討論会講演集 境昌宏 他 C-103 p233～（2010）		本資料の 作成者名 梅村文夫
整理番号		資料のタイトル 家庭用温水式セントラル暖房システムの銅製熱交換器ろう付け部における腐食		
失敗事例のタイトル ゴム（合成ゴム）は温水中でアンモニウムイオンを溶出し、銅に対して腐食環境をもたらす				一次原因（材料要素） 腐食、ガルバニック腐食
機種 温水式セントラル暖房設備		部品 熱交換器（熱源機、ファンコイルユニット）	材料 銅管（りん脱酸素銅）／銅ろう（備考①）	概略の寸法
損傷発生時の状況 寒冷地における暖房方式として、温水式セントラル暖房が使用されているが、水漏れを生じる事故がまれに報告されている。これらの事例は、銅製熱交換器内において生じている。部位は、ろう材（備考①）で銅管を接合した個所で、ろう材に隣接する個所の銅管に局部腐食が発生し、漏洩に至っている。				
調査内容とその結果 システム内の熱源機と端末器の接続にはポリエチレン管あるいはゴムホースが使用されている。水漏れの生じた事例を調べると、システム内に特定のゴムホースを用いた場合に生じていた。したがって、ゴムホースから溶出する腐食性成分（例えばアンモニウムイオン）が、銅の腐食を加速した事が推測された。そこで、ポリエチレン管と各種ゴムホース（EPDM、オレヒン系 TPE（備考②、③））について、イオン交換水（80℃）を使用して、溶出試験を行った。その結果、ポリエチレン管からのアンモニウムイオンの溶出は見られなかったが、すべてのゴムホースサンプルにおいてアンモニウムイオンの溶出が認められた。また、ゴムの種類によって、アンモニウムイオンの溶出量は異なり、溶出が大きいものが存在した。 直管とU字管をろう材で接合したサンプル管（銅管）に水を注入して腐食再現試験を行った。その結果、SO ₄ ²⁻ あるいは Cl ⁻ を含む水中では腐食は生じなかったが、アンモニウムイオンを含み、かつ SO ₄ ²⁻ あるいは Cl ⁻ を含む水中では、温水の場合において、実機で生じたと同様な局部腐食が、ろう材近傍の銅において発生した。なお、室温では腐食は生じなかった。腐食の生じた銅管近傍のろう材の表面には、P リッチ層が観察された。 ろう付け管とろう無し管の水中での自然電位を計測した結果、ろう付け管の方が貴な電位を示した。				
損傷発生のシナリオ 端末器の接続に使用しているゴム（合成ゴム）からアンモニウムイオンが溶出し、銅にとっては腐食性環境となった。一方、ろう材（りん銅ろう（備考①））は、銅の選択溶解により、表面はP リッチ層となり、銅より貴な電位を示すようになった。そのため、銅／ろう材間でガルバニック対を形成し、ろう材近傍の銅部の腐食が加速された。 （データ採録者注釈：ゴムの合成に、アンモニア塩は使用されない。一方、ゴムの添加剤として使用される加硫促進剤、劣化防止剤等には窒素成分が含まれるものが多い。従って、これらの窒素成分が溶出し、水溶液中でアンモニウムイオンが形成されたと推測される）				
対策（損傷発生時にとられた対策あるいは現在とるべきと考えられる対策） 接続用には、ゴム管の使用を取りやめ、ポリエチレン管を使用する。				
教訓 多くのゴム管は、温水（例えば 80℃）中で、アンモニウムイオンを溶出する。また、アンモニウムイオンの溶出傾向は、ゴムの種類によって大きく異なる。				
備考 ① 銅ろう：りん銅ろう BCuP-2（P；6.8～7.5%、Cu；残部） ② EPDM：エチレン・プロピレン・ジエンゴム） ③ TPE：熱可塑性エラストマー				
主要因			教訓とすべき対象者	
チェックボックス			チェックボックス	
	当時の技術レベルでは不可抗力		○	設計者
	情報伝達不備・不足		○	製作者 / 建設担当者
○	担当者不勉強/教育不十分/意識不測			検査者

	指示ミス		使用者
	うっかり、ぼんやり		メンテナンス者
	その他		その他

2 ページ以降に写真、図表等を添付してください